

PHD

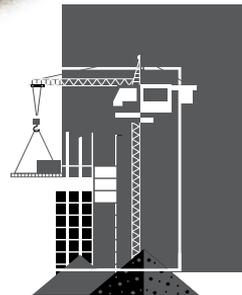
INGENIERIA Y CONSTRUCCION

Desarrollo de TermSol-R, sistema constructivo aislante térmico basado en EPS reciclado



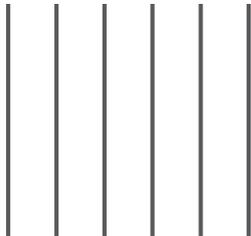
TERMSOL

Proyecto apoyado por:
21RIIPEC-187473



El Proyecto ...

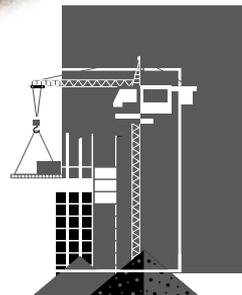
- PHD tenía experiencia en utilizar un **mortero térmico** llamado TermSol-T, que presentaba un excelente comportamiento térmico en las edificaciones, siendo uno de sus componentes principales el EPS.
- El desafío era probar la aplicación de este mismo sistema considerando la **utilización de EPS reciclado** proveniente de obras de construcción y residuos industriales: TermSol-R.
- Si bien el mercado tiene varias soluciones de aislación, este sistema con **nuevos y valiosos atributos** no existía como tal en el mercado.
- El uso de reciclado de EPS permite **reducir la huella de carbono a partir de la economía circular**, al no utilizar material virgen, y el suministro se encuentra disponible como desecho en el ámbito local

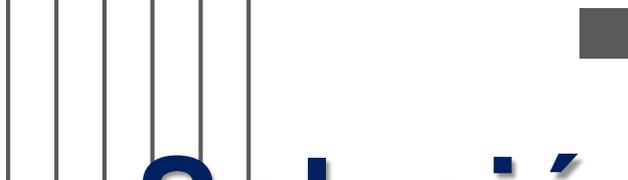


Oportunidades

- Se visualizó tempranamente la oportunidad de utilizar el material **TermSol-R como parte de un sistema constructivo** de paneles prefabricados para edificación.
- Desde la oferta de un producto a la **oferta de un Servicio Integral** de Diseño/Fabricación/Montaje.
- Una solución de alta productividad, menores plazos y **mayores atributos de sostenibilidad y economía circular** en base al uso innovador de un mortero térmico, ecológico e ignífugo, con un proceso Sin Residuos.
- Mayores atributos de valor al apoyar los procesos de transformación de la industria de la construcción a la **industrialización**, junto con incorporar aspectos claves como es la **coordinación temprana de especialidades y disminución de residuos**.

LA MANERA FÁCIL E INTELIGENTE DE CONSTRUIR





**Solución Constructiva
Industrializada,
Innovadora, Sostenible,
Flexible, Durable y
Asequible**



VISIÓN





QUÉ ES ISI-BUILD ?

Sistema Constructivo Industrializado de
Obra Gruesa semi terminada, basado en
Estructuras y Paneles Prefabricados,
y un **Mortero Térmico Ecológico,**
Acústico e Ignífugo,
con un Diseño, Fabricación y Montaje
Optimizado

01.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS



ESTRUCTURA BASE

Acero Galvanizado Posformado en frío.
Yeso Cartón interior.
Mortero Térmico Ecológico, TERMSOL-R.



COMPORTAMIENTO

Resistencia Térmica panel estándar superior a $0.75 \text{ m}^2\text{K/W}$ y con Mayor Inercia Térmica.
F30 panel base con TermSol-T 40 mm.
F60 panel 60 mm, TermSol-R 60 mm y 2 YC ST15



SOLUCIÓN OPTIMIZADA

Coordinación e Integración Temprana con Especialidades.
Modelado BIM del proyecto a ejecutar.



SERVICIO INTEGRAL

Diseño, Fabricación y Montaje de toda la estructura de la obra gruesa.



02.

Atributos de Valor



PRODUCTIVIDAD

Fabricación Industrializada y Montaje Optimizado.



CALIDAD y SEGURIDAD

Procesos y Procedimientos estandarizados.
Menor riesgo de Incidentes & Accidentes.



MENOS TRABAJADORES OBRA

Montaje versus Construcción en sitio.
Menores costos Instalación de Faena.

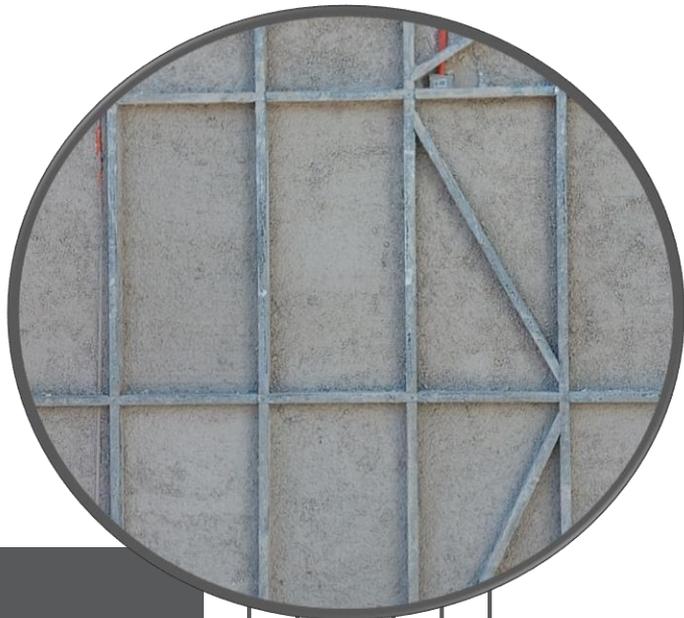


APORTE ECOLÓGICO

EPS reciclado.
Menores Residuos en Fabricación y Zero en obra.

02.

¿Por qué Acero y Mortero?



MATERIALES IGNÍFUGOS

Mayor seguridad ante Incendios.
No hay combustión, disminuyendo así la propagación.



CALIDAD MATERIALES

Materias Primas estandarizadas, certificadas y calibradas dimensionalmente.
No se generan pérdidas en la fabricación.
Panel Homogéneo y compacto



HONGOS E INSECTOS

Resistente al efecto de Hongos e Insectos.
No requiere Impregnación.
Libre de Químicos.



PERCEPCIÓN USUARIO

Mayor Resistencia y Rigidez de la cara interior de los muros perimetrales.

03.

SERVICIO INTEGRAL

DISEÑO

Integración Temprana
Arquitectura / Ingeniería /
Especialidades



FABRICACIÓN

Máquina CNC, Placas,
Mortero, Inst. Eléctrica



MONTAJE

Proceso Industrializado
sin Residuos



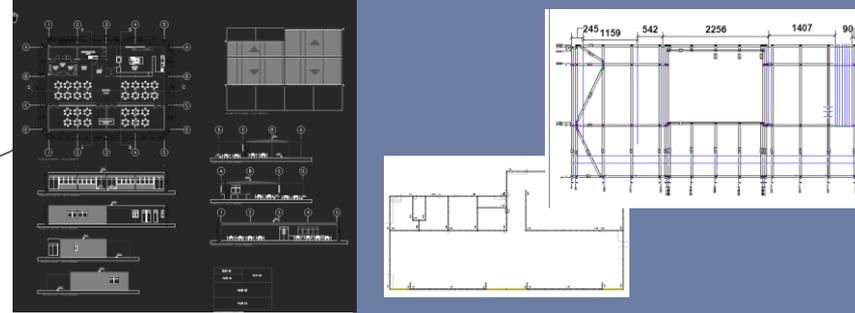


Adaptarnos a los Requerimientos del Cliente y su Diseño Arquitectónico



DISEÑO

DISEÑO

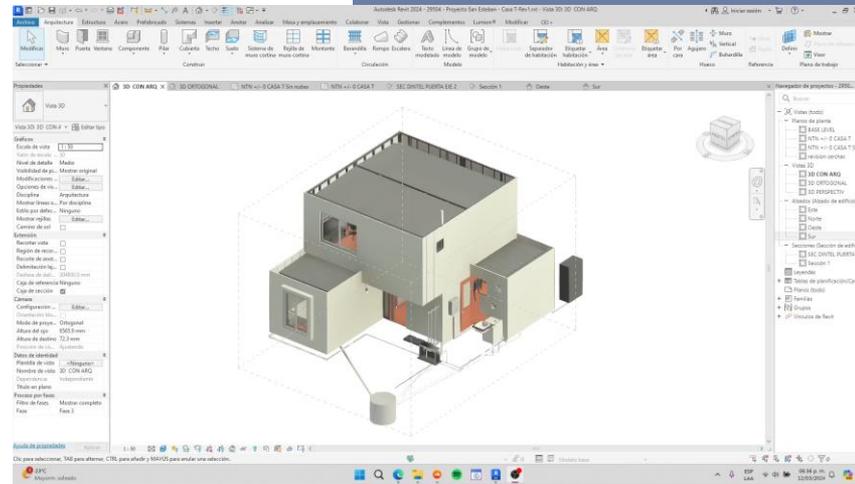


Planos CAD / BIM
Revisión
Singularidades

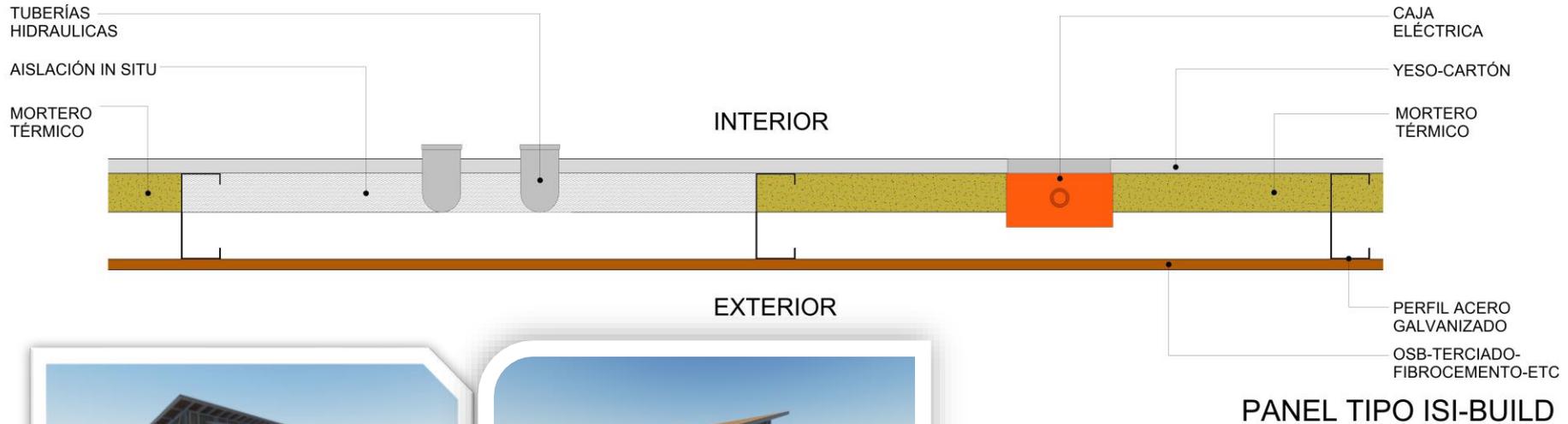
Diseño Estructuras
Optimizado

Coordinación
Temprana
Especialidades;
Pasadas, Instalaciones,
Anclajes

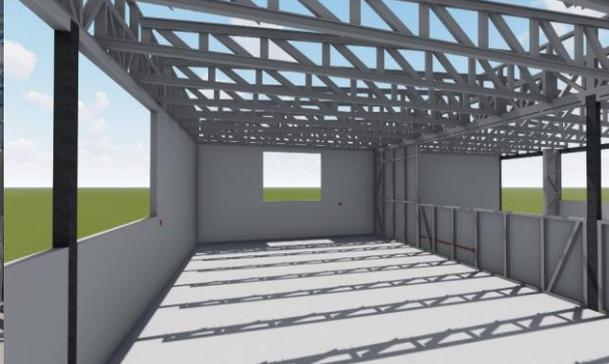
Espesores
Mortero,
Yeso Cartón, Placas
de Cierre



Diseño General Panel



DIGITAL TWIN



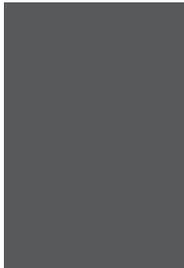
“Construimos digitalmente para optimizar el proceso y asegurar la visión del Cliente”





Calidad Estandarizada, Escalable y Producción OffSite y OnSite

FABRICACIÓN



FABRICACIÓN

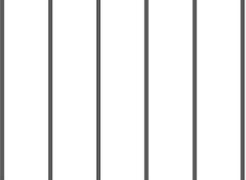
Generación Perfiles
CAD/CAM
Máquina CNC

Armado Estructuras

Yeso Cartón,
Refuerzo Madera,
cajas y tubos
eléctricos

Vaciado Mortero
Acopio para traslado

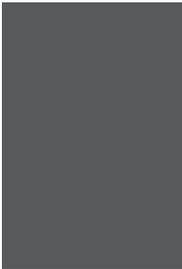




PLUG & PLAY



MONTAJE



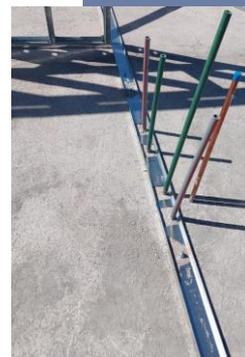
MONTAJE

Re Planteo Trazado
Ejes Canal Guía

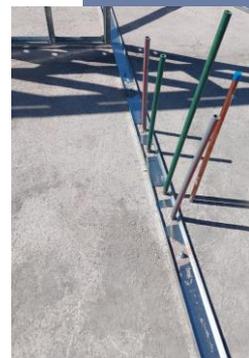
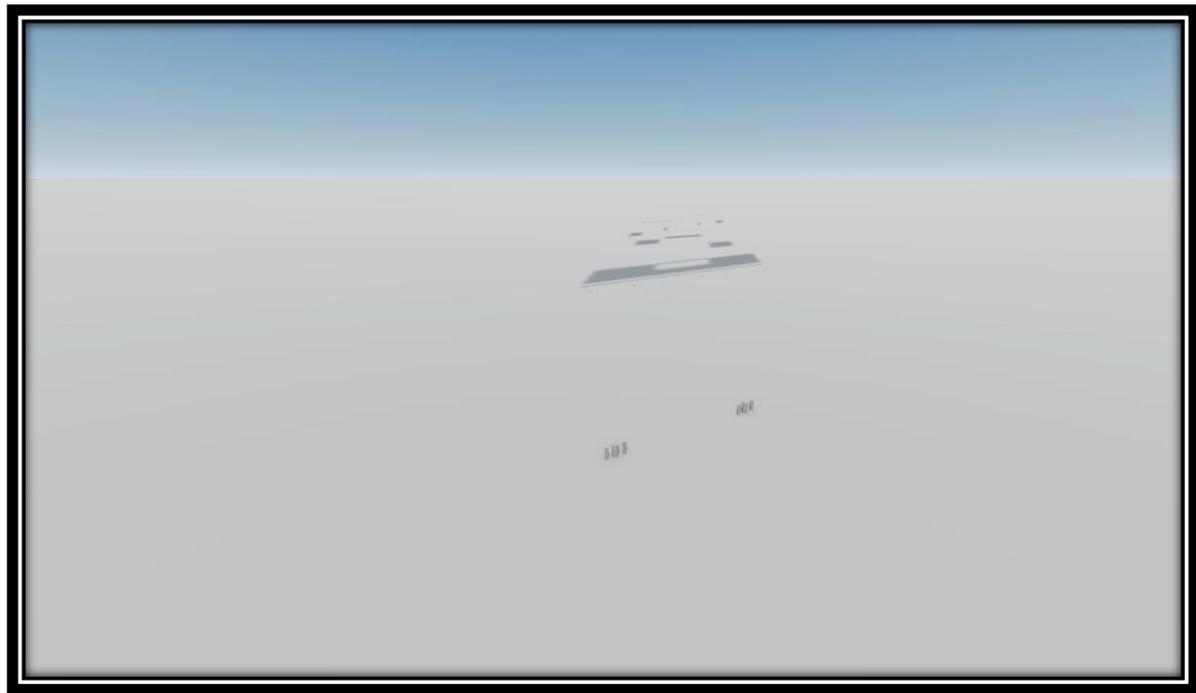
Coordinación
Especialidades
(eléctrica, sanitaria, TI,
otras)

Montaje Paneles y
estructura Techumbre

Placas de Cierre
exterior, interior y
Techumbre



MONTAJE



Mortero TermSol

PROPIEDAD	VALOR	UNIDAD	FUENTE ENSAYO
Densidad SECA en polvo	550	Kg / m ³	DICTUC
Densidad Proyectada SECA, aprox.	620-650	Kg / m ³	DICTUC
Conductividad Térmica a 10°C	0,103	W / m K	DICTUC
Permeabilidad al vapor de agua	0,00629 0,013	g / m h mmHg g m / MN s	DICTUC
Factor de Resistencia a la difusión de vapor	16,78	adimensional	DICTUC
Resistencia a la compresión	1,9	MPa	DICTUC
Módulo de Elasticidad	1,35	GPa	DICTUC

Comportamiento Térmico
Herramienta DITEC / MINVU

CASO BASE																													
Descripción de la sección de análisis de la solución constructiva: Panel IsiBuild Base: Perfiles estructurales de acero galvanizado pos formados en frío. Yeso Cartón 10 mm, TermSol 35 mm, Cámara de aire 60 mm y OSB de 9,5 mm																													
Ubicación del proyecto:	Provincia de Santiago																												
Condiciones exteriores:	2,2°C; 92% de HR (temp. mín. mes de julio)																												
Condiciones interiores:	19°C; 60%, 75% y 80% de HR																												
HR máx. aceptable, ψ_{sicc}:	1																												
Dirección de flujo:	Horizontal																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Resistencia térmica, R</th> </tr> <tr> <th></th> <th>m²K/W</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 OSB $\rho = 648 \text{ kg/m}^3$; $\mu = 371$; $e=0,0095 \text{ m}$</td> <td>0,063</td> </tr> <tr> <td>2 Cámara de aire no ventilada, $E = 0,82$; $\mu = 1$; $e=0,06 \text{ m}$</td> <td>0,165</td> </tr> <tr> <td>3 TermSol R JCL; $\mu = 14,26$; $e=0,035 \text{ m}$</td> <td>0,340</td> </tr> <tr> <td>4 Yeso Cartón $\rho = 750 \text{ kg/m}^3$; $\mu = 20$; $e=0,01 \text{ m}$</td> <td>0,038</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11</td> <td></td> </tr> <tr> <td>12</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Resistencia térmica, R		m ² K/W	1 OSB $\rho = 648 \text{ kg/m}^3$; $\mu = 371$; $e=0,0095 \text{ m}$	0,063	2 Cámara de aire no ventilada, $E = 0,82$; $\mu = 1$; $e=0,06 \text{ m}$	0,165	3 TermSol R JCL; $\mu = 14,26$; $e=0,035 \text{ m}$	0,340	4 Yeso Cartón $\rho = 750 \text{ kg/m}^3$; $\mu = 20$; $e=0,01 \text{ m}$	0,038	5		6		7		8		9		10		11		12	
	Resistencia térmica, R																												
	m ² K/W																												
1 OSB $\rho = 648 \text{ kg/m}^3$; $\mu = 371$; $e=0,0095 \text{ m}$	0,063																												
2 Cámara de aire no ventilada, $E = 0,82$; $\mu = 1$; $e=0,06 \text{ m}$	0,165																												
3 TermSol R JCL; $\mu = 14,26$; $e=0,035 \text{ m}$	0,340																												
4 Yeso Cartón $\rho = 750 \text{ kg/m}^3$; $\mu = 20$; $e=0,01 \text{ m}$	0,038																												
5																													
6																													
7																													
8																													
9																													
10																													
11																													
12																													
Espesor total de la solución: 115 [mm] Resistencia térmica total, R_T: 0,777 [m ² K/W]																													
Limpiar tabla																													

CASO BASE																													
Descripción de la sección de análisis de la solución constructiva: Panel IsiBuild Base: Perfiles estructurales de acero galvanizado pos formados en frío. Yeso Cartón 15 mm, TermSol 30 mm, Cámara de aire 60 mm y OSB de 11,1 mm																													
Ubicación del proyecto:	Provincia de Santiago																												
Condiciones exteriores:	2,2°C; 92% de HR (temp. mín. mes de julio)																												
Condiciones interiores:	19°C; 60%, 75% y 80% de HR																												
HR máx. aceptable, ψ_{sicc}:	1																												
Dirección de flujo:	Horizontal																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Resistencia térmica, R</th> </tr> <tr> <th></th> <th>m²K/W</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 OSB $\rho = 648 \text{ kg/m}^3$; $\mu = 371$; $e=0,0111 \text{ m}$</td> <td>0,074</td> </tr> <tr> <td>2 Cámara de aire no ventilada, $E = 0,82$; $\mu = 1$; $e=0,06 \text{ m}$</td> <td>0,165</td> </tr> <tr> <td>3 TermSol R JCL; $\mu = 14,26$; $e=0,03 \text{ m}$</td> <td>0,291</td> </tr> <tr> <td>4 Yeso Cartón $\rho = 750 \text{ kg/m}^3$; $\mu = 20$; $e=0,015 \text{ m}$</td> <td>0,058</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11</td> <td></td> </tr> <tr> <td>12</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Resistencia térmica, R		m ² K/W	1 OSB $\rho = 648 \text{ kg/m}^3$; $\mu = 371$; $e=0,0111 \text{ m}$	0,074	2 Cámara de aire no ventilada, $E = 0,82$; $\mu = 1$; $e=0,06 \text{ m}$	0,165	3 TermSol R JCL; $\mu = 14,26$; $e=0,03 \text{ m}$	0,291	4 Yeso Cartón $\rho = 750 \text{ kg/m}^3$; $\mu = 20$; $e=0,015 \text{ m}$	0,058	5		6		7		8		9		10		11		12	
	Resistencia térmica, R																												
	m ² K/W																												
1 OSB $\rho = 648 \text{ kg/m}^3$; $\mu = 371$; $e=0,0111 \text{ m}$	0,074																												
2 Cámara de aire no ventilada, $E = 0,82$; $\mu = 1$; $e=0,06 \text{ m}$	0,165																												
3 TermSol R JCL; $\mu = 14,26$; $e=0,03 \text{ m}$	0,291																												
4 Yeso Cartón $\rho = 750 \text{ kg/m}^3$; $\mu = 20$; $e=0,015 \text{ m}$	0,058																												
5																													
6																													
7																													
8																													
9																													
10																													
11																													
12																													
Espesor total de la solución: 116 [mm] Resistencia térmica total, R_T: 0,758 [m ² K/W]																													
Limpiar tabla																													

Resistencia al Fuego

Ensayo Comportamiento Fuego IDIEM agosto 2019

N°	Elemento	Descripción		
1	Soleras (no mostradas)	Perfil de acero galvanizado tipo "C" de 89x55x10x0,82[mm].		
2	Cara expuesta	Plancha de yeso-cartón "ST Romeral®" de 10[mm] de espesor, fijada a los perfiles con tornillos autopercutores distanciados cada 450[mm].		
3	Montantes	Perfil de acero galvanizado tipo "CA" de 89x55x10x0,82[mm], separados a eje cada 600[mm] y fijados a soleras con tornillos. Además el tabique lleva un montante dispuesto de manera horizontal en el centro.		
4	Juntas	Tratamiento de juntas con cinta de fibra de vidrio y pasta en base a yeso.		
5	Cara no expuesta al fuego	Sin revestimiento.		
6	Aislación	Mortero térmico liviano "Termisol® T" de 40[mm] de espesor con densidad proyectada de 630(kg/m³), aplicado en el lado interior del panel adherido sobre la plancha de yeso-cartón.		
Ancho del elemento		2,2 [m]	Resistencia al fuego del elemento	40 minutos
Alto del elemento		2,4 [m]		
Espesor total		0,095 [m]	Clasificación	F30
Masa total		188 [kg]		

Nota: De acuerdo a lo señalado en norma NCH935/L097, el resultado obtenido es válido sólo para el elemento ensayado y bajo las condiciones estipuladas en el Informe de Ensayo, ya que el valor de resistencia al fuego puede variar si se cambian los detalles constructivos.

Nota: Este resumen no reemplaza el informe. Fecha de emisión: 29 de agosto de 2019



MINVU – DITEC
LISTADO OFICIAL DE COMPORTAMIENTO AL FUEGO
DE ELEMENTOS Y COMPONENTES DE LA CONSTRUCCIÓN

EDICIÓN 15 - 2022
NOVIEMBRE DE 2022

A.2.3.30.170 Tabique TERMSOL 40 (*)

DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Conformado por estructura de acero galvanizado tipo CA 89x55x10x0,82mm, separados a eje cada 600mm, fijados a una solera inferior con tornillos, e incluye un montante dispuesto de manera horizontal en el medio de la altura, para efectos de fijación de placas. Forrada por el lado expuesto al fuego o interior con una plancha yeso cartón estándar de 10mm y sobre esta plancha en el núcleo dentro del perfil, contiene mortero térmico liviano TERMSOL T de 40mm de espesor con densidad proyectada de 630 kg/m³. El lado exterior expuesto al fuego quedó abierto para recibir cualquier revestimiento que se desea incluir, aunque no tenga resistencia al fuego. Espesor total del elemento 95mm, el peso de este panel es de 188 kgs.

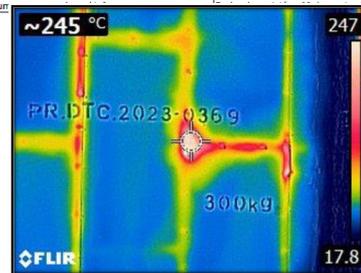
INSTITUCIÓN	Informe de Ensayo N°	Laboratorio	Fecha de Ensayo	Resistencia	Vigencia de la Inscripción
TERMSOL CHILE SPA	1.366.548	IDIEM	08-08-19	F-30	5 años a partir de la fecha de publicación de la presente RES. EX

Ensayo Comportamiento Fuego IDIEM septiembre 2023

Resumen Ensayo de resistencia al fuego según NCH935/1.0f97			
Empresa solicitante: Termisol Chile SPA.		Dirección: Av. 11 Septiembre 1881, Providencia, Santiago, Chile.	
Solicitado por: Juan Carlos León.	Elemento: Tabique Perimetral	Construido en: Fábrica / Laboratorio	
Recinto de ensayo: Laboratorio de Incendios, Salomón Sack 840, Cerrillos.	N° de informe: 1.921.658	Fecha de ensayo: 28-08-2023	
N°	Elemento	Descripción	
1	Soleras (no mostradas)	Perfil Acero galvanizado tipo "U" de 60 x 38 x 8 x 0,85 [mm].	
2	Montantes	Perfil Acero galvanizado tipo "C" de 60x38x8x0,85 mm, separados cada 600 [mm] y fijados con tornillos autopercutores a las soleras.	
3	Cara expuesta al fuego	1 Plancha de yeso-cartón tipo "ST" de 15 [mm] marca "Volcán®", fijada a los perfiles con tornillos punta broca #6 x 1 1/4" cada 0,30 [m].	
4	Cara no expuesta al fuego	1 Plancha de yeso-cartón tipo "ST" de 15 [mm] marca "Volcán®", fijada a los perfiles con tornillos punta broca #6 x 1 1/4" cada 0,30 [m].	
5	Aislación	Mortero térmico liviano "Termisol R" de 60 [mm] de espesor y densidad de 570 [kg/m³]	
Ancho del elemento		2,2 [m]	Resistencia al fuego del elemento
Alto del elemento		2,4 [m]	
Espesor total		90 [mm]	Clasificación
Masa total		300 [kg]	
			F60

Nota: De acuerdo a lo señalado en norma NCH935/L097, el resultado obtenido es válido sólo para el elemento ensayado y bajo las condiciones estipuladas en el Informe de Ensayo, ya que el valor de resistencia al fuego puede variar si se cambian los detalles constructivos.

Nota: Este resumen no reemplaza el informe. Fecha de emisión: 29 de agosto de 2023



Resultados

- **Pruebas empíricas** en proyectos del uso, beneficios y ventajas del mortero térmico/acústico/ecológico TermSol-R como material de construcción.
- Se **verificó** que se podía llevar a cabo eficientemente las **operaciones** de fabricación y manipulación en taller, izaje, transporte y montaje de los paneles, asegurando estabilidad y el no deterioro de sus componentes, y finalmente el proceso de montaje
- **Validar y testear el comportamiento de diferentes mezclas** realizadas, en cuanto al uso de ciertas características y cantidad del EPS reciclado, proporciones de materiales y comportamiento, lo que permitió establecer una mezcla optimizada
- Realizar muy relevantes **ensayos de Resistencia al Fuego y Comportamiento Térmico** para una nueva dosificación de la mezcla del mortero TermSol-R.
- Realizar estrategias y acciones de **Prospección** (mercados y clientes), **Difusión** (Página Web, RRSS, mailings), **Empaquetamiento** (servicio) y **Comercialización** (alcance y oferta de valor) primaria del servicio: Chile y primeros pasos en Uruguay.
- **Validar los aportes de sostenibilidad y circularidad** al proyecto y analizar la percepción y valor que le otorga el cliente a estos atributos.
- Se establecen **alianzas estratégicas** con proveedores y contratistas generales
- Se formaliza un Modelo de Negocios bajo **Business Model Canvas** y las bases para un **Sistema de Gestión de Calidad**

<p>Socios clave</p> <p>Empresas productoras y comercializadoras de productos de Acero Galvanizado posformado en frío con máquinas CNC</p> <ul style="list-style-type: none"> • MULTIACERO • ATL <p>Clave es el servicio de Diseño Estructural, aporte del Modelo Digital, Coordinación con especialidades y logística de entrega.</p> <p>Empresas proveedoras de EPS reciclado granulado y polvo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Steel Mesh • Hormipret <p>Tamaño y homogeneidad del granulado</p>	<p>Procesos clave</p> <p>Revisión de Planos clientes y aclaración de puntos críticos Presupuesto paramétrico rápido Revisión del Diseño Estructural, aclaración y definición de singularidades, pasadas y encuentros. Coordinación con Arquitectura, Eléctricos y Sanitarios Planificación secuencia de fabricación Logística de Transporte Planificación y Coordinación de Montaje en Obra</p>	<p>Propuestas de valor</p> <ul style="list-style-type: none"> • Servicio Integral de Diseño/Fabricación/Montaje • Coordinación Temprana de Especialidades • Solución Prefabricada (MMC) • Mayor Productividad • Menores Plazos • Certidumbre de Plazos y Calidad de Materiales • Mayor Seguridad en Obra <ul style="list-style-type: none"> • Aporte Ambiental; sin residuos y uso EPS reciclado (Circularidad) • Atributo Distintivo en robustez y percepción usuario. • Solución Ignífuga, resistente a la humedad e insectos. 	<p>Relación con clientes</p> <p>Nuestra relación debe ser de una empresa de servicio integral, que lo acompaña y asesora en todo el proceso de diseño/construcción de su proyecto.</p> <p>Una relación de confianza y de largo plazo.</p>	<p>Segmentos de clientes</p> <p><u>Edificación Residencial</u> (pública y privada)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oficinas de Arquitectura y Arquitectos independientes • Inmobiliarias • Contratistas • Personas Naturales <p><u>Edificación No Residencial</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Contratistas Generales; obras especiales de edificación, colegios, campamentos, consultorios, otros • Licitaciones Públicas <p>En general es una industria atomizada, tanto las constructoras como especialidades y clientes</p>
<p>Estructura de costos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Especial cuidado en mantener los costos fijos al mínimo, que corresponde principalmente a la infraestructura de Taller y mano de obra, mientras no existe un grado de certeza importante respecto a los flujos futuros. • La industria en general es más bien "Cost Driven", por lo que la oferta de valor es un plus a una oferta de precio competitivo. Hoy aún se analiza más bien el Costo Directo de la partida que el impacto al Costo Global del proyecto. • Especial relevancia tiene el costo del acero y maquinaria/equipamiento para faena de montaje. • Hacia el cliente se presenta el costo por servicio, no por el producto o material 		<p>Fuente de ingresos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Venta de un Servicio Integrado de Calidad, no de un producto. • Precio fijo global por servicio básico pero con costos unitarios abiertos por partidas adicionales. • Dispuestos a incorporar adicionales o complementar el servicio ofrecido. • Precio por m2 tabique Isi-Build by Termsol-R tipo instalado • Potenciar los atributos sostenibles como "Value Driven" para mejorar ingresos • Potenciales Franquicias en Chile y otros países 		

Desafíos

- **Inestabilidad de la Industria y Baja demanda** implicó generar el Diseño de un plan de replicabilidad productiva de baja inversión inicial, que no requiera necesariamente la puesta en marcha de un Taller de Fabricación permanente. Este mismo concepto se estableció para potenciales alianzas o asociaciones en otros países.
- **Altas expectativas de venta por parte de las empresas gestoras de residuos y recuperación de EPS** respecto a la demanda real de material reciclado en base a los proyectos ejecutados.
- **No fue factible patentar** el diseño de la mezcla del mortero TermSol-R. Si se realizó el **Registro de Marca ISI-BUILD**
- **Plan Habitacional MINVU** está orientado a grandes fabricantes de viviendas industrializadas terminadas.
- **Baja respuesta e impacto** que han tenido a la fecha las RRSS.
- Quedó **pendiente el desafío de lograr una vivienda llave en mano** basada en los productos, procesos y tecnología que incorpora el proyecto.

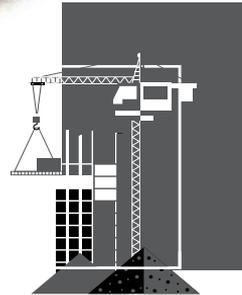
PHD

INGENIERIA Y CONSTRUCCION

Desarrollo de TermSol-R, sistema constructivo aislante térmico basado en EPS reciclado



TERMSOL



Proyecto apoyado por:
21RIIPEC-187473

CORFO